



Association Universitaire de Génie Civil



33^{ÈMES} RENCONTRES UNIVERSITAIRES DE GÉNIE CIVIL



De la terre à la mer



27, 28 et 29 mai 2015, à Bayonne

Programme détaillé



Table des matières

Table des matières	1
Introduction	2
Comité scientifique	3
Informations générales	4
Programme simplifié	5
Programme détaillé	6
Mercredi 27 mai	6
Posters 1	6
Structures 1 (bois)	7
Matériaux 1 (fluage)	7
Matériaux 2 (composites)	7
Méthodes et approches 1	7
Sols et géotechnique 1	8
Jury 1 du Prix Jeunes Chercheurs : Sols et structures	8
Jury 2 du Prix Jeunes Chercheurs: Matériaux	9
Jury 3 du Prix Jeunes Chercheurs: Modélisation	9
Structures 2	10
Matériaux 3 (matériaux biosourcés)	10
Matériaux 4 (transferts)	10
Matériaux 5 (sols, bitume)	11
Sols et géotechnique 2	11
Jeudi 28 mai	12
Posters 2	12
Atelier "Relations écoles-entreprises"	14
Atelier "Relations transfrontalières"	14
Atelier "Enseignement du BIM"	14
Atelier "Enseignement et innovation"	15
Atelier "Enseignement du génie parasismique"	15
Structures 3 (béton armé et précontraint)	16
Matériaux 6 (modélisation)	16
Matériaux 7 (béton et recyclage)	17
Méthodes et approches 2	17
Sols et géotechnique 3	17
Vendredi 29 mai	18
Structures 4	18
Matériaux 8 (composition)	18
Matériaux 9 (transferts)	19
Méthodes et approches 3	19
Génie côtier	20
Plans et accès	21
Accès au campus de Bayonne	21
Plan du campus	22
Trajet entre le campus et la maison des associations	23
Espace de l'océan d'Anglet (repas de gala)	24

16h50-18h10 Session orale 2

1	2	3	4	5
Structures 2	Matériaux 3 (mat. biosourcés)	Matériaux 4 (transferts)	Matériaux 5 (sols, bitume)	Sols et géotechnique 2
Amphi 400	Amphi A	Amphi B	Salle 40	Salle 41

Structures 2**Jean-François Dubé**

- 16h50 *"Caractérisation expérimentale d'assemblages de plaques boulonnées par mesures de champs sans contact"*
Toussaint Evelyne, Durif Sébastien, Bouchaïr Abdelhamid, Grédiac Michel
- 17h10 *"Création de structures à précontrainte adaptative à base d'alliages à mémoire de forme"*
Waibaye Adoum, Destrebecq Jean-François, Balandraud Xavier
- 17h30 *"Les systèmes de tenségrité déployables : application à l'accessibilité de la baignade en mer"*
Averseng Julien, Jamin Frédéric, Quirant Jérôme

Matériaux 3 (matériaux biosourcés)**Gilles Escadeillas**

- 16h50 *"Comportement du béton de chanvre en compression simple et cisaillement"*
Youssef Alice, Picandet Vincent, Lecompte Thibaut, Challamel Noël
- 17h05 *"Etude de la variabilité des caractéristiques de granulats de chanvre"*
Niyigena César, Amziane Sofiane, Chateauneuf Alaa
- 17h20 *"Etude comparative du comportement hygrothermique des matériaux à base de fibres végétales"*
Belayachi Naima, Hoxha Dashnor, Redikutseva Iuliia
- 17h35 *"Caractérisation macro-hydriques des matériaux biosourcés"*
Abahri Kamilia, Belarbi Rafik, El Hachem Chady
- 17h50 *"Propriétés mécaniques d'un béton de granulats légers à base de coques de noix de palme traitées"*
Yasmine Traore, Adamah Messan, François Tsobnang, Jean GérardD

Matériaux 4 (transferts)**Karim Aït-Mokhtar**

- 16h50 *"Détermination expérimentale du coefficient de diffusion du CO₂ gazeux de matériaux cimentaires"*
K. Namouniara, Ph. Turcry, A. Aït-Mokhtar
- 17h05 *"Influence de la température et de l'hygrométrie sur la perméabilité à l'Azote du béton"*
Kallel Hatem, Carré Hélène, La Borderie Christian, Masson Benoit, Tran Nhu Cong
- 17h20 *"Etude du retrait et des propriétés de transport d'Eco-BAPs à base d'additions minérales"*
Niknezhad Davood, Kamali-Bernard Siham
- 17h35 *"Effect of cement type on pore pressure, temperature, and mass loss of concrete heated up to 800 °C"*
Miah Md Jihad, Pimienta Pierre, Carré Hélène, Pinoteau Nicolas, La Borderie Christian
- 17h50 *"Influence des éthers de cellulose sur la perméabilité des pâtes de ciment à l'état frais"*
Pierre Alexandre, Perrot Arnaud, Picandet Vincent

Propriétés mécaniques d'un béton de granulats légers à base de coques de noix de palme traitées

Yasmine TRAORE*¹, Adamah MESSAN¹, François TSOBNANG¹, Jean GERARD²

¹ Laboratoire Eco Matériau de Construction (LEMC), (2iE) 01 BP 594 Ouagadougou 01, Burkina Faso, binta.traore@2ie_edu.org

² Unité de Recherche Biomasse, Bois, Energie, Bioproduits (BioWooEB), 73 rue J.F. Breton, 34398 Montpellier Cedex 5, France.

RÉSUMÉ : Les coques de noix de palme (CNP) sont souvent utilisées comme granulats dans les bétons légers. Ces bétons présentent une résistance à la compression plus faible que les bétons de granulats ordinaires soit à cause d'une mauvaise adhérence entre les CNP et la pâte de ciment ou à cause de leur forte capacité d'absorption d'eau. L'étude expérimentale menée dans ce travail, consiste à étudier l'influence du traitement des CNP sur la résistance mécanique d'une part et d'autre part l'évolution dans le temps de la résistance à la compression du béton de CNP par rapport à celle du béton de granulats ordinaires. Quatre types de traitement ont été investigués, à savoir un traitement thermique, un traitement au lait de chaux, un traitement au silicate de sodium et enfin un traitement au PVA. Les résultats obtenus montrent que parmi les types de traitements utilisés, le lait de chaux a donné de meilleurs résultats sur la résistance à la compression. Les résultats montrent également une différence entre l'évolution de la résistance à la compression des bétons CNP par rapport au béton de granulats ordinaires.

ABSTRACT. Oil palm shells (OPS) are used as aggregates in concrete. OPS appear to reduce the compressive strength of concrete because of a weak bond between the cement paste and OPS particles, or the high water absorption of OPS. The purposes of this work are to pretreat oil palm shells (OPS) and to study the behavior of a lightweight concrete based on those pretreated OPS. Four different treatments have been studied, based on heat, lime, sodium silicate and polyvinyl alcohol. Experimental studies have also investigated on the evolution of the compressive strength of OPS concrete compared to normal weight concrete. The results show that only lime treatment on OPS has improved the compressive strength of concrete.

MOTS-CLÉS : matériaux biosourcés, coque de noix de palme, traitements, béton léger, résistance à la compression.

KEY WORDS: biosourced materials, oil palm shell, treatments, lightweight concrete, compressive strength.

1. Introduction

La production mondiale de granulats conventionnels pour la construction augmente régulièrement. La surexploitation de ces ressources naturelles est la cause de nombreux problèmes environnementaux tels que l'épuisement des sols et des granulats conventionnels, la modification de la morphologie des sols et du paysage. La prise en compte de l'impact environnemental des constructions conduit alors à s'interroger sur des procédés et des matériaux alternatifs. Dans le secteur de la construction basée sur l'utilisation de matériaux cimentaires, la réflexion s'ouvre sur l'utilisation de nouveaux matériaux à base de granulats végétaux. Parmi ces granulats biosourcés, on retrouve des résidus de bois, des fibres de chanvre, du bambou, des noix de coco, de noix de palme... Les coques de noix de palme par exemple, un sous – produit de fabrication de l'huile de palme se retrouve en grande quantité dans la nature, et pourrait occasionner une gêne environnementale. Des études antérieures ([OSE 12] [MAN 01] [SHA 10]) ont étudié les coques de noix de palme comme granulat dans le béton. Elles ont montré que les points faibles du béton de CNP sont entre autres la forte absorption d'eau des CNP et la faible adhérence entre les CNP et la matrice cimentaire. Ces insuffisances impactent négativement les propriétés mécaniques du béton, voire sa durabilité.

La nécessité d'optimiser les performances des composites cimentaires nous a conduits à envisager des traitements sur les CNP avant leur utilisation dans le béton. L'objectif de la présente étude est d'analyser certains paramètres physiques et mécaniques du béton de coques de noix de palme lorsqu'un traitement à la chaux, au silicate de sodium, à l'alcool polyvinylique (PVA) ou un traitement à la chaleur est appliqué sur les coques.

2. Approche expérimentale

2.1. Matériaux utilisés

Le liant hydraulique utilisé dans le béton est un ciment portland artificiel (CPA 45) d'une densité spécifique de 3,15 de la société CIMTOGO, répondant à la norme NF P 15 – 301.

Le sable utilisé, est obtenu localement. Il a une densité spécifique de 2,68 pour un module de finesse de 2,90. Sa répartition granulaire établie suivant la norme NF P18-560 est présentée par la courbe de la figure 1. C'est un sable très propre (Equivalent de sable au piston 98) de diamètre maximal 4mm.

Les coques de noix de palme (CNP) étudiées, sont les enveloppes des graines de palmistes. Elles proviennent d'un site de production industrielle d'huile de palme (de l'entreprise SIFCA) basé à Abidjan en Côte d'Ivoire. Elles sont obtenues après extraction des fibres et concassage du noyau. Au laboratoire, les CNP sont lavées à l'eau pour éliminer les résidus de terre ou de graisse puis séchées à température ambiante (25 – 30°C) pendant 48 heures. Elles ont un aspect de forme irrégulière avec une limite granulométrique supérieure de 8mm et une inférieure de 1mm. Les caractéristiques physiques des CNP sont regroupées dans le tableau 1.

Tableau 1. *Caractéristiques physiques des coques de noix de palme (CNP)*

Caractéristiques	CNP
Granularité	2 – 8 mm
Densité apparente	560 kg/m ³
Densité spécifique	1340 kg/m ³
Teneur en humidité	4,35%
Absorption d'eau (% à 24h)	22,25%

Du granite obtenu localement a été utilisé pour comparer les propriétés du béton ordinaire et ceux du béton de CNP. C'est un gravillon de densité spécifique 2,66. Sa courbe granulométrique est présentée dans la figure 1. Afin de ne pas comparer des bétons de granulométries différentes, le granite est passé au tamis 8mm et seule la fraction passante est utilisée pour l'étude.

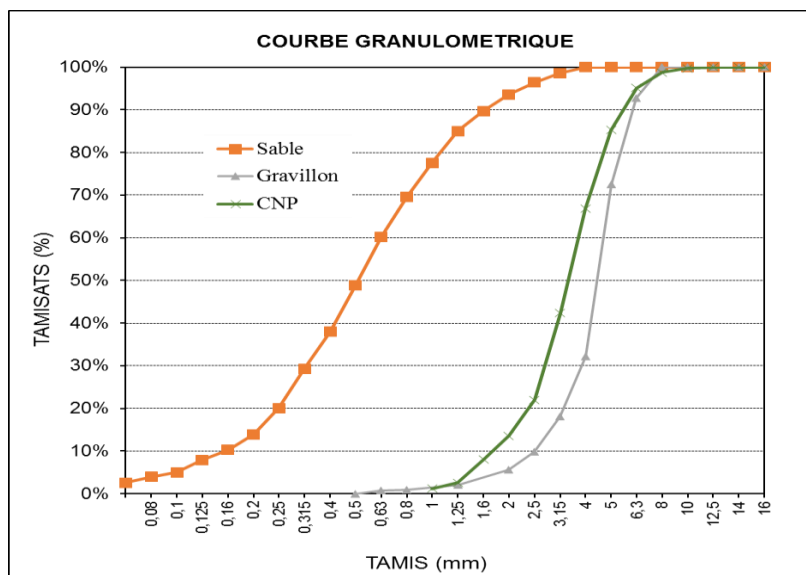


Figure 1. Courbe granulométrique des granulats utilisés

Un adjuvant réducteur d'eau (Plastiment BV40) est utilisé pour améliorer la maniabilité du béton.

2.2. Traitement des granulats

Afin de rechercher quelques améliorations sur les caractéristiques des composites étudiés, notamment sur l'adhérence entre la pâte de ciment et les granulats, les CNP sont traitées avant leur incorporation dans le béton. Plusieurs traitements ont été effectués. Ils visent entre autre à limiter le comportement hydrophile, à modifier la topographie ou la chimie de surface des coques.

- Un premier traitement a été un traitement thermique des CNP à 180°C pendant 2 heures. En effet, une étude antérieure a montré que le traitement thermique des CNP modifie leur rugosité de surface ce qui améliore l'adhérence entre la pâte cimentaire et les CNP [MAN 04];
- Un deuxième traitement a été un mélange sous agitation des CNP pendant 2 heures dans une solution de chaux ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) à 40g.l⁻¹. Ce traitement a été choisi, dans le but de modifier la surface des coques et pour sa facilité d'accès [NOZ 12].
- Un troisième traitement a consisté à immerger pendant 2 heures des CNP dans une solution contenant 100g/l de silicate de sodium. La présence de silice amorphe au droit des CNP pourrait avoir un rôle bénéfique sur la liaison CNP / pâte de ciment [TAM 07];
- Le dernier traitement a été de recouvrir les coques par une solution d'alcool polyvinylique (PVA) 5%. Ce type de solution est utilisé comme imperméabilisant dans l'industrie des métaux [MAN 06].

2.3. Formulation du béton et préparation des éprouvettes

Les méthodes classiques de formulations des bétons sont difficilement applicables au cas des bétons de CNP, compte tenu du caractère végétal et de la grande hétérogénéité des coques [MAN 02]. Aussi les travaux antérieurs effectués sur le sujet utilisent des méthodes de formulations arbitraires [ALE 13]. La recherche d'un compromis résistance – maniabilité dans des travaux antérieurs (tableau 2) nous a mené à la formulation présentée dans le tableau 3 ci-dessous. La formulation contenant des graviers est faite en considérant une substitution volumique totale des CNP.

Tableau 2: Exemples de formulations en béton légers dans la littérature [ALE 13]

Auteurs	Méthode utilisée	Rapport E/C	Proportions du mélange (C : S : G)	Résistance à la compression à 28 jours (MPa)
Abdullah (1984)		0.6	1 : 1.5 : 0.5 – 1.0	10 – 2.5
			1 : 2.0 : 0.5 – 1.0	11.5 – 5
			1 : 2.5 : 0.3 – 0.75	15 – 8
		0.4	1 : 2.0 : 0.6	20.5

Okafor (1988)		0.48	1 : 1.7 : 2.08	23
		0.54	1 : 1.88 : 2.18	22
		0.65	1 : 2.1 : 1.12	16
Okpala (1990)		0.5	1 : 1 : 2	22.20
		0.6	1 : 2 : 4	18.90
Mannan et Ganapathy (2001)	ACI	0.53	1 : 2.73 : 0.85	6.30
		0.60	1 : 1.71 : 0.77	11.80
Mannan et Ganapathy (2002)		0.5	1 : 1.13 : 0.92	14.35
		0.41	1 : 1.41 : 1.15	14.40
Olanipekun et al			1 : 1 : 2	17.50
Teo and liew (2006)	DOE method	0.41	1 : 1.12 : 0.80	22
Teo et al (2007)		0.38	1 : 1.66 : 0.60	28
Mahmud et al (2009)		0.35	1 : 1 : 0.8	26.98
Alengaram et al (2011)		0.30	1 : 0.8 : 1 (+5% FA, 10% FS)	30.3
Shafigh et al (2011)		0.38	1 : 1.736 : 0.72 (+fibres d'acier)	45

Tableau 3. Ratios de formulation du béton de coque de noix de palme

Formulation	Proportions par masse de ciment (dosage en ciment : 550 kg/m ³ de béton)					
	Ciment	Sable	CNP	Granite	Eau	Plastifiant
Béton de CNP	1	1,66	0,60	0,00	0,4	0,02
Béton de granite	1	1,66	0,00	1,19	0,4	0,02

Tous les mélanges sont gâchés dans une bétonnière en suivant la même séquence de malaxage. Un malaxage à sec est d'abord effectué pour bien homogénéiser le mélange. Un premier mélange constitué des CNP et du ciment est malaxé pendant quatre minutes, puis prolongé quatre autres minutes après l'incorporation du sable. L'eau de gâchage est alors ajoutée, et le malaxage est poursuivi quatre minutes.

Après la mise en moule, les éprouvettes sont recouvertes d'une bâche plastique (pour éviter les échanges avec le milieu extérieur) et conservées à température ambiante dans une salle climatisée où la température est fixée à 25°C. Au bout de 24 heures, elles sont démoulées et conservées dans de l'eau jusqu'à la date de réalisation des essais.

Les différentes formulations réalisées sont regroupées dans le tableau 4.

Tableau 4. Formulations réalisées

Désignation	Dénomination
Béton Granulat ordinaire	Gravier
Béton de CNP Nature	CNP nature
Béton de CNP traitées à la chaux	CNP chaux
Béton de CNP traitées thermiquement	CNP thermique
Béton de CNP traitées au silicate de sodium	CNP silicate
Béton de CNP traitées au PVA	CNP PVA

3. Résultats et discussion

3.1. Traitement des coques

Pour chaque traitement des coques, nous avons considéré un facteur de recouvrement ϕ tel que [1]:

$$\Phi = M_t / M_i \quad [1]$$

où M_t et M_i représentent respectivement la masse après traitement et la masse initiale (avant traitement).

Les facteurs de recouvrements pour les granulats traités sont répertoriés dans le tableau 5. Les résultats montrent que le traitement à la chaux, au silicate et au PVA tendent à augmenter la masse volumique des CNP après traitement. Ce qui laisse présager d'un dépôt plus ou moins important de matière sur les coques. Contrairement aux autres traitements, le traitement thermique, lui, tend à diminuer la masse volumique des granulats en raison de la dégradation des hémicelluloses par la chaleur.

Tableau 5. *Facteur de recouvrement des traitements*

Traitement effectué	Masse (g) avant traitement	Masse (g) après traitement	ϕ
Chaux	250,00	250,92	1,004
Thermique		236,94	0,948
Silicate		252,95	1,012
PVA		256,59	1,026

3.2. Capacité d'absorption des CNP

La mesure de la capacité d'absorption (C_{ab}) a consisté à tremper 200g de chaque échantillon dans de l'eau et à mesurer la teneur en eau au bout de 24heures. Les premiers résultats (tableau 6) nous indiquent une réduction de la capacité d'absorption d'eau pour les CNP traitées à la chaux et au PVA. Le dépôt dû aux différents traitements a donc limité l'absorption de l'eau par les coques. Le traitement au silicate de sodium ne réduit pas significativement la capacité d'absorption d'eau des coques, ce qui laisserait penser que le dépôt occasionné pendant le traitement se serait dissous au cours de l'essai. Contrairement aux autres traitements, une augmentation de la capacité d'absorption est enregistrée avec le traitement thermique.

Toutefois, en nous basant sur les travaux de Nozahic [NOZ 12] nous avons tenu compte du gain massique induit par les traitements, en appliquant un facteur de correction aux taux d'absorption obtenus (le facteur de recouvrement défini dans le tableau 5). Dès lors que ce facteur de correction est appliqué, l'absorption des CNP traité thermiquement est quasi identique à celle des CNP sans traitement.

Tableau 6: *Capacité d'absorption d'eau en 24heures des CNP avant et après traitements*

Traitement effectué	C_{ab} (%)	C_{ab} corrigé (%)	Ecart type
Aucun	22,25	22,25	0,44
Chaux	20,35	20,38	0,02
Thermique	23,50	22,27	0,51
Silicate	22,10	22,22	0,29
PVA	18,06	18,44	0,38

3.3. Propriétés physiques du béton

A dosage égale de plastifiant, l'on obtient un béton de gravier plastique (affaissement 8 -10 cm), contre un béton de CNP ferme (affaissement 0,5 - 3 cm) comme indiqué dans le tableau 7. Ceci indique qu'une partie de l'eau de gâchage est absorbée par les granulats pendant le mélange. Cette idée est confortée par le traitement au PVA par exemple, qui en réduisant la capacité d'absorption des coques a aussi réduit la perte de maniabilité du béton de CNP traitées au PVA.

Le béton de coques de noix de palme a une masse volumique sèche d'environ 2000 kg.m⁻³. Selon la classification RILEM, il se classe dans la catégorie des bétons légers [HAN 11]. Par rapport au béton conventionnel d'une densité de 2347 kg.m⁻³, les coques de noix de palme allège le béton de 15%, un résultat en cohérence avec les travaux de Mannan et al [MAN 04]. Cette légèreté peut être due :

- Aux propriétés physiques des CNP;
- A une porosité induite dans la matrice par les CNP.

Nous avons tenu compte pendant les formulations du facteur de recouvrement obtenu pour chaque traitement. De ce fait, le traitement des coques n'influence pas significativement la densité du béton.

Tableau 7: Affaissement et densité sèche du béton formulé

DESIGNATION	Affaissement (cm)	Densité sèche à 28 jours (kg.m^{-3})	Ecart-type sur la densité sèche
Gravier	8 - 10	2347	13
CNP nature	0,5 - 3	2011	12
CNP chaud	0 - 2	2015	10
CNP thermique	0 - 3	1994	19
CNP silicate	0 - 2,5	2014	12
CNP PVA	4 - 7	2020	7

3.4. Résistance à la compression

Pour chaque essai de résistance à la compression, trois échantillons ont été testés. La valeur moyenne des résistances obtenues pour chaque mélange après 7, 14 et 28 jours de maturité ont été mesurées et sont consignées dans le tableau 8.

Tableau 8. Résistance à la compression des différents mélanges après 7, 14 et 28 jours

DESIGNATION	Résistance à la compression et Ecart-type					
	7 jours		14 jours		28 jours	
Gravier	28,1	1,1	33,9	0,9	36,8	0,8
CNP nature	20,9	1,1	22,7	0,9	26,3	0,8
CNP chaud	27,6	1,3	28,5	1,3	28,9	2,5
CNP thermique	19,4	1,3	21,7	1,4	22,6	1,4
CNP silicate	20,3	2,1	22,7	2,9	26,1	1,8
CNP PVA	21,1	2,9	25,6	2,9	25,7	2,9

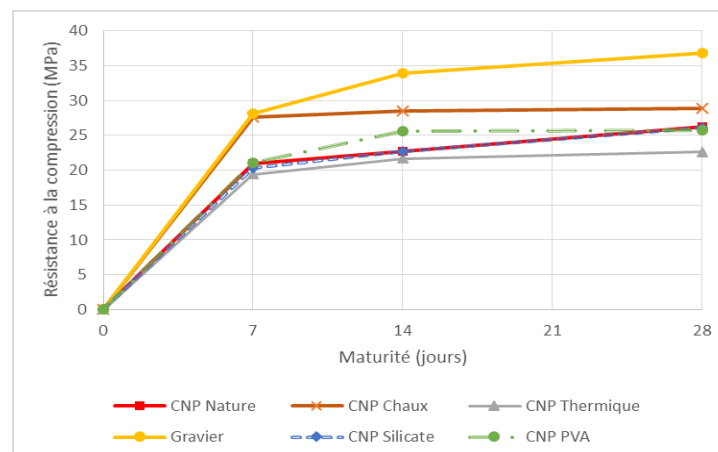


Figure 2. Evolution des résistances en compression dans le temps et suivant les traitements.

Quel que soit le traitement effectué, il est possible d'obtenir avec le béton de CNP des résistances mécaniques intéressantes qui permettent son utilisation dans certaines structures porteuses. En effet, tous les bétons confectionnés ont une résistance à 28 jours supérieure aux 17 MPa recommandés pour la construction de structures [MAN 06].

Nous observons sous la charge de compression, qu'il n'y a pas de rupture brutale pour les bétons à base de CNP contrairement à ceux de bétons de granulats conventionnels. Une observation plus poussée au MEB montre que dans le cas du béton de CNP la rupture a eu lieu par une propagation de fissures à la liaison entre les coques et la pâte de ciment.

Comme on pouvait s'y attendre la résistance à la compression baisse avec l'allègement du béton. Pour une densité plus faible de 15%, on note une baisse de résistance de 30% en substituant les granulats conventionnels par des CNP nature. Par ailleurs, le développement de la résistance d'un béton de CNP est plus rapide. Comparé à un béton traditionnel qui atteint 70% de sa résistance nominale à 7 jours le béton de CNP nature atteint 80% de sa résistance. A cette date, certains traitements permettent au béton d'atteindre 90 voire 95% de leur résistance nominal. C'est le cas par exemple de la chaux qui permet d'améliorer la cinétique de durcissement du béton.

Sur la figure 2, on observe que la résistance à la compression des bétons de CNP est plus faible que celle du béton de référence et ce quelle que soit la maturité. Ce qui se justifie soit par la faible adhérence entre les CNP et la pâte de ciment et/ou la faible résistance mécanique des CNP (comparée à celle du granite).

Dans la catégorie des bétons de CNP, celui des CNP traitées à la chaux donne la plus grande résistance à la compression. La densité du béton étant la même, cette amélioration laisse penser à une meilleure adhérence entre les coques et la pâte de ciment. Une analyse à la DRX de la pâte de ciment au voisinage immédiat des CNP traitées à la chaux, pourra nous donner une idée des réactions à l'origine de cette amélioration de l'adhérence. Le béton de CNP traitées thermiquement donne à l'opposé la plus faible résistance. Ceci peut être dû à la dégradation mécanique des coques pendant le traitement thermique. Ainsi, la possible amélioration de l'adhérence pâte / CNP aura été annulée par la fragilité des coques. Le traitement au PVA est le meilleur pour réduire la capacité d'absorption des coques (Tableau 6). Toutefois, cette amélioration ne semble pas impacter la résistance à la compression du béton dû à la fine pellicule de polymère qui a recouvert les coques suite au traitement. En effet, Hannawi [HAN 11] a montré que la texture lisse et le caractère hydrophobe et relativement inerte du plastique crée un défaut d'adhérence avec la pâte de ciment lorsqu'il est utilisé comme granulat dans le béton. Nous n'avons noté à court terme (28 jours de maturation) aucune influence du traitement au silicate de sodium sur le comportement mécanique du béton. A plus long terme (56 – 90 jours), nous pourrions peut être observer la formation de CSH de deuxième génération due à la présence de silice, ce qui pourrait densifier la liaison pâte de ciment – CNP et donc améliorer la résistance à la compression du béton.

4. Conclusion

Les expériences réalisées dans cette étude ont pour but d'étudier l'influence que peut avoir le traitement de coques de noix de palme sur le comportement du béton de CNP. Quatre traitements fonction de la modification de surface apportée sur les CNP ont été envisagés. Il y a pour les traitements à la chaux, au silicate de sodium et au PVA un dépôt (respectivement de chaux, de silicate et de PVA) sur la surface des CNP, à l'opposé du traitement thermique qui entraîne une perte de matière.

L'utilisation des CNP comme granulat entraîne une perte de maniabilité du béton par rapport au béton de granulat ordinaire. Les expérimentations nous montrent qu'un traitement des CNP au PVA permet d'améliorer cette maniabilité du béton en empêchant l'absorption de l'eau de gâchage par les coques pendant le mélange.

Parmi les traitements utilisés, le traitement à la chaux est le plus efficace pour atténuer l'absorption d'eau des CNP et améliorer la résistance à la compression du béton. On note ainsi une amélioration de 10% (à 28 jours) par rapport à la résistance à la compression du béton de CNP nature. Le traitement au PVA, réduit la capacité d'absorption des CNP, mais n'agit pas sur la résistance du béton à 28 jours. Les traitements thermique et au silicate n'ont pas eu les effets escomptés ni sur la capacité d'absorption, ni sur la résistance du béton durant les 28 premiers jours.

Dans la suite de ce travail, afin de vérifier les effets positifs du traitement à la chaux sur le comportement du béton de CNP, des études plus approfondies seront menées sur le comportement physico mécanique du béton et sa durabilité, notamment en ce qui concerne la perméabilité aux gaz, les paramètres thermiques et l'effet de la carbonatation.

5. Bibliographie

- [ALE 13] ALENGARAM U. J., MUHIT B., JUMAAT M. Z., "Utilization of oil palm kernel shell as lightweight aggregate in concrete – A review," *Construction and Building Materials*, vol. 38, no. 1, pp. 161–172, Janvier 2013.
- [HAN 11] HANNAWI K., "Conception, Caractérisation physico-mécanique et durabilité de nouveaux matériaux de construction à caractère environnemental," INSA Rennes, France, 2011.
- [MAN 01] MANNAN M. A., GANAPATHY C., "Mix design for oil palm shell concrete," *Cement and Concrete Research*, vol. 31, no. 9, pp. 1323–1325, Sep. 2001.

- [MAN 02] MANNAN M. A, GANAPATHY C, "Engineering properties of concrete with oil palm shell as coarse aggregate," *Construction and Building Materials*, vol. 16, no. 1, pp. 29–34, Février 2002.
- [MAN 04] MANNAN M. A, GANAPATHY C., "Concrete from an agricultural waste-oil palm shell (OPS)," *Building and Environment*, no. 39, pp. 441–448, 2004.
- [MAN 06] MANNAN M. A., ALEXANDER J., GANAPATHY C., TEO D. C. L., "Quality improvement of oil palm shell (OPS) as coarse aggregate in lightweight concrete," *Building and Environment*, vol. 41, no. 9, pp. 1239–1242, Sep. 2006.
- [NOZ 12] NOHAZIC V., "Vers une nouvelle démarche de conception des bétons de végétaux lignocellulosiques basée sur la compréhension et l'amélioration de l'interface liant/végétal. Application à des granulats de chènevotte et de tige de tournesol associés à un liant ponce/chaux," Université Blaise Pascal, France, 2012.
- [OSE 12] OSEI D. Y., JACKSON E. N., "Experimental study of palm kernel shells as coarse aggregate in concrete", *International Journal of Scientific and Engineering Research*, vol. 3, no. 8, 2012.
- [SHA 10] SHAFIGH P., JUMAAT M. Z, MAHMUD H, "Mix design and mechanical properties of oil palm shell lightweight aggregate concrete: a review," *International Journal of the physical science*, vol. 5, no. 14, pp. 2127–2134, 2010.
- [TAM 07] TAMBA S., VOUMBO L. M., WEREME A., GAYE S., SISSOKO G., "Durabilité des bétons légers à base de copeaux de bois," *Journal des sciences*, pp. 67–72, 2007.